

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 696 112 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
07.02.1996 Patentblatt 1996/06

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H04B 7/04

(21) Anmeldenummer: 95112064.1

(22) Anmeldetag: 01.08.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 05.08.1994 DE 4427755

(71) Anmelder:  
• Alcatel SEL Aktiengesellschaft  
D-70435 Stuttgart (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE  
• ALCATEL N.V.  
NL-2288 BH Rijswijk (NL)  
Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH ES FR GB IT LI NL SE AT

(72) Erfinder:  
• Tangemann, Michael  
D-71229 Leonberg (DE)  
• Rheinschmitt, Rupert  
D-71254 Ditzingen (DE)  
• Wels, Bernd X., Dr.  
D-70825 Korntal (DE)

(74) Vertreter: Knecht, Ulrich Karl et al  
D-70449 Stuttgart (DE)

## (54) Ortsfeste oder mobile Funkstation für ein SDMA-Mobilfunksystem

(57) Zur komplexen Gewichtung von Sende- oder Empfangssignalen in einer Funkstation eines SDMA-Mobilfunksystems (Space Division Multiple Access) sind aufwendige Vorrichtungen bekannt, die in ZF-Lage die Sende- oder Empfangssignale durch Amplitudengewichtungen und Phasenverschiebungen ändern.

Es wird für eine SDMA-Funkübertragung eine einfache Funkstation (BTS) vorgeschlagen, die im Sendeteil eine Modulationsstufe (MOD) und eine damit verbundene Steuerschaltung (CTR) enthält, die durch

Vorgabe von komplexen Gewichten ( $\phi_1, \dots, \phi_N; a_1, \dots, a_N$ ) auf die Modulation so einwirkt, das die Modulationsstufe N modulierte und komplex gewichtete Sendesignale erzeugt. Diese strahlt die Funkstation (BTS) über eine N-elementige Gruppenantenne ab, wodurch sich die Sendesignale zu einem gerichtet abgestrahlten Funksignal (S) überlagern.

Für die Empfangsrichtung wird ein nach gleichem Prinzip arbeitendes Empfangsteil vorgeschlagen.

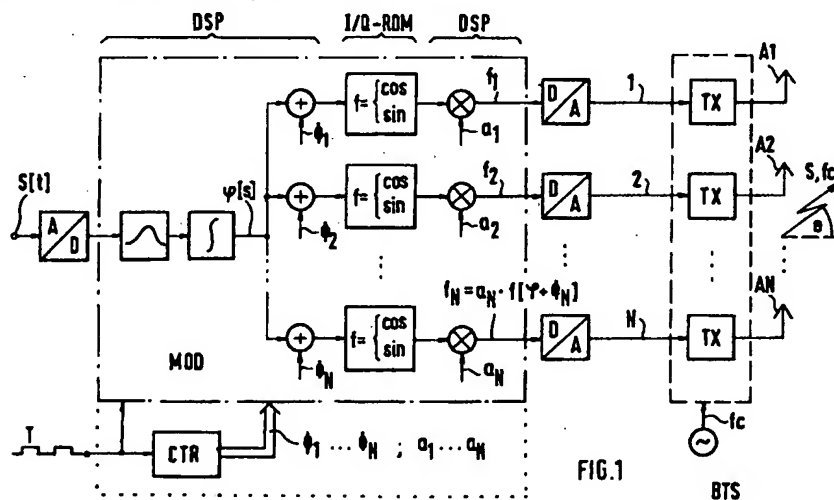


FIG.1

BTS

EP 0 696 112 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Funkstationen für ein SDMA-Mobilfunksystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, 7, 11 oder 12.

Ein SDMA-Mobilfunksystem mit Funkstationen zur SDMA-Funkübertragung (SDMA: Space Division Multiple Access) ist aus der Schrift WO 93/12590, bekannt. Die SDMA-Funkübertragung, bei der durch Strahlbündelung Mehrfachzugriffe auf einen Frequenzkanal möglich sind, wird dort mit folgenden Mitteln durchgeführt:

Die Funkstationen des SDMA-Mobilfunksystems, zumindest die ortsfesten Funkstationen, enthalten zum Senden strahlgebündelter Funksignale auf einer Trägerfrequenz  $N = 10$  Sendezweige mit  $N$  HF-Sendestufen, die  $N$  Antennenelemente eines Antennen-Arrays mit  $N$  komplex gewichteten Sendesignalen speisen. Diese werden aus modulierten Basisbandsignalen erzeugt, indem ein sogenannter "Spatial Multiplexer" der zwischen die HF-Sendestufen und den Modulatoren geschaltet ist, den Betrag und die Phase jedes modulierten Basisbandsignales so ändert, wie dies ein sogenannter "SDMA-Controller" vorgibt. Dieser steuert den "Spatial Multiplexer" über einen sogenannten "SDMA-Processor", um die Strahlbündel bei Standortänderungen der mobilen Funkstationen nachzuführen.

Das Empfangsteil der ortsfesten Funkstation enthält  $N$  Empfangszweige zum Empfang von  $N$  komplex gewichteten Empfangssignalen, die der Überlagerung von Funksignalen entsprechen, die die mobilen Funkstationen auf einer Trägerfrequenz aus verschiedenen Richtungen senden. Weiterhin enthält die ortsfeste Funkstation einen sogenannten "Spatial Demultiplexer", der den Demodulatoren vorgeschaltet ist und der aus den  $N$  Empfangssignalen durch komplexe Gewichtung zu demodulierende Basisbandsignale bildet.

Demnach enthält das bekannte SDMA-Mobilfunksystem Funkstationen, die zur SDMA-Funkübertragung aufwendig aufgebaute Signalverarbeitungsstufen, die sogenannten "Spatial Multiplexers" und "Spatial Demultiplexers", benötigen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einfacher aufgebaute Funkstationen für eine SDMA-Funkübertragung in einem SDMA-Mobilfunksystem zu schaffen.

Gelöst wird die Aufgabe durch Funkstationen mit den Merkmalen der nebengeordneten Ansprüche.

Demnach enthält das Mobilfunksystem Funkstationen, insbesondere ortsfeste Funkstationen, die die komplexe Gewichtung der Sende- und Empfangssignale zumindest zum Teil zusammen mit deren Modulation bzw. Demodulation durchführen. Hierzu wird die Signalverarbeitung in den Modulationsstufen oder Demodulationsstufen so modifiziert, daß auch eine Phasenverschiebung und/oder Amplitudengewichtung der Sende- bzw. Empfangssignale erfolgt. Eine zusätzliche und aufwendige Signalverarbeitungsstufe ist nicht erforderlich.

Für den Fall, daß eine komplexe Gewichtung der Sende- und Empfangssignale außerhalb der Modulation

onsstufe bzw. Demodulationsstufe erwünscht ist, wird eine Funkstation nach Anspruch 11 bzw. 12 vorgeschlagen, die eine einfach aufgebaute Vorrichtung enthält, die sowohl für die Senderichtung als auch für die Empfangsrichtung eine komplexe Signalgewichtung ausführt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Es folgt eine genaue Beschreibung der Erfindung anhand von drei Ausführungsbeispielen und unter Zuhilfenahme folgender Zeichnungen:

Fig. 1 die schematisch das Sendeteil einer (mobilen oder ortsfesten) Funkstation zeigt, die ein Funksignal gerichtet abstrahlt;

Fig. 2 die Zeitverläufe von Phasenverschiebungen und Amplitudengewichtungen für ein zu sendendes TDMA-Funksignal und für dessen Abstrahlrichtung zeigt;

Fig. 3 die das Blockschaltbild einer ortsfesten Funkstation zeigt, die mindestens zwei Funksignale gerichtet abstrahlt;

Fig. 4 die ein SDMA-Mobilfunksystems mit einer im Blockschaltbild dargestellten ortsfesten Funkstation zeigt;

Fig. 5 die schematisch eine Vorrichtung zur komplexen Gewichtung von I/Q-modulierten Signalen zeigt und

Fig. 6 die das Blockschaltbild einer ortsfesten Funkstation mit solchen Vorrichtungen zur komplexen Gewichtung in den Sendezweigen zeigt.

Fig. 1 zeigt das Sendeteil einer erfindungsgemäßen Funkstation BTS, die über  $N$  Antennenelemente  $A_1, A_2$  bis  $A_N$  einer Antennenanordnung  $N$  komplex gewichtete Sendesignale auf einer Trägerfrequenz  $f_c$  abstrahlt. Durch die komplexe Gewichtung überlagern sich die Sendesignale zu einem Funksignal  $S$ , das sich von der Antennenanordnung, die hier eine lineare Gruppenantenne ist, in eine Richtung  $\Theta$  ausbreitet. Die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform ist auf das Senden eines Funksignales beschränkt, um ein erstes Beispiel zu beschreiben, das gleichermaßen für eine mobile wie auch für eine ortsfeste Funkstation gilt und das die Erfindung sehr deutlich zeigt. Im weiteren wird von einer ortsfesten Funkstation BTS ausgegangen, die das Funksignal  $S$  als TDMA-Funksignal in eine sich von Zeitschlitz zu Zeitschlitz ändernde Richtung  $\Theta$  abstrahlt. Somit ist die in Fig. 1 gezeigte ortsfeste Funkstation BTS etwa für eine TDMA-Funkübertragung nach dem GSM-Standard (GSM: Global System for Mobile Communications) geeignet.

Die Funkstation BTS nach Fig. 1 enthält eine Steuerschaltung CTR und eine damit verbundene Modulationsstufe MOD zur Erzeugung von  $N$  komplex gewichteten Sendesignalen  $f_1, f_2$  bis  $f_N$  mittels digitaler

Phasenmodulation und N-facher komplexen Gewichtung eines Nutzsignales  $S[t]$ . Weiterhin enthält die Funkstation BTS N HF-Sendestufen TX, die der Modulationsstufe MOD nachgeschaltet sind und die jeweils eines der N Sendesignale auf die Trägerfrequenz  $f_c = 935$  MHz umsetzen und zur Einspeisung in N Antennenelemente verstärken. Zur Steuerung der N-fachen komplexen Gewichtungen gibt die Steuerschaltung CTR über einen Datenbus der Modulationsstufe MOD im Takt T der digitalen Phasenmodulation N Phasenverschiebungen  $\phi_1, \dots, \phi_N$  und N Amplitudengewichtungen  $a_1, \dots, a_N$  vor.

Diese Phasenverschiebungen und Amplitudengewichtungen sind die komplexen Gewichte für die N Sendesignale und prägen das Richtdiagramm der Gruppenantenne. Auf die Berechnung der komplexen Gewichte wird hier nicht näher eingegangen. Sie kann beispielsweise so erfolgen, wie in WO 93/12590 beschrieben.

Die hier gezeigte Modulationsstufe MOD enthält einen digitalen Signalprozessor DSP und einen Festwertspeicher I/Q-ROM, mittels denen er die Inphase und Quadraturkomponenten der N Sendesignale wie folgt erzeugt:

Aus den Abtastwerten des Nutzsignales  $S[t]$  leitet der digitale Signalprozessor DSP mittels Filterung und Integration ein modulierendes Signal  $\phi[s]$  für eine GMSK-Modulation (GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying) ab.

Das modulierende Signal gibt demnach den Verlauf eines Phasenwinkels  $\phi[s]$  an. Der digitale Signalprozessor errechnet fortlaufend für jeden der N Sendezweige durch binäre Addition des Phasenwinkels  $\phi[s]$  und einer der N Phasenverschiebungen  $\phi_1$  bis  $\phi_N$  eine Summe als Eingangswert (Adresse) für den Festwertspeicher I/Q-ROM. Dieser enthält Kennlinienwerte von sin- und cos-Funktionen zur Generierung der Inphase- und Quadraturkomponenten der N Sendesignale. Der digitale Signalprozessor erzeugt durch Bitschieben der Ausgangswerte des Festwertspeichers eine Betragsänderung eines jeden der N Sendesignale entsprechend der jeweils vorgegebenen Amplitudengewichtung. Somit wird etwa für den ersten der N Sendezweige das komplex gewichtete Sendesignal  $f_1$  erzeugt mit der Inphasekomponente  $a_1 \cdot \sin[\phi + \phi_1]$  und mit der Quadraturkomponente  $a_1 \cdot \cos[\phi + \phi_1]$ , wobei  $a_1$  der Betrag und  $\phi_1$  die Phase des komplexen Gewichtes sind.

Für jeden der N Sendezweige gibt die Steuerschaltung ein komplexes Gewicht vor, so daß die N Sendesignale nach Aussenden über die N Antennenelemente A1 bis AN interferieren und sich zu dem Funksignal S mit der Trägerfrequenz  $f_c$  in einer Richtung  $\Theta$  überlagern. Das Strahlungsdiagramm der Antennenanordnung ist durch die komplexen Gewichte mit den Amplitudengewichtungen  $a_1$  bis  $a_N$  und mit den Phasenverschiebungen  $\phi_1$  bis  $\phi_N$  bestimmt.

In diesem Beispiel sind das Nutzsignal  $S[t]$  und das damit modulierte Funksignal S TDMA-Signale, wie in Fig. 2 dargestellt. Die Steuerschaltung CTR gibt für jeden Zeitschlitz T1, T2, T3, ... des TDMA-Rahmens N komplexe Gewichte vor, so daß sich die Richtung  $\Theta$  des

Funksignals von Zeitschlitz zu Zeitschlitz ändern kann, je nachdem wo sich die mobilen Funkstationen die nach-einander auf diese Zeitschlitze Zugriff haben, befinden.

Das anhand der Fig. 1 und 2 beschriebene Prinzip einer SDMA-Signalaufbereitung für die Senderichtung ist für einen Fachmann leicht auf eine Anwendung für die Empfangsrichtung übertragbar.

Im folgenden wird das Ausführungsbeispiel einer ortsfesten Funkstation beschrieben, die nach diesem Prinzip mindestens zwei Funksignale auf einer Trägerfrequenz in verschiedene Richtungen aussendet, was einer SDMA-Funkübertragung zur Mehrfachnutzung der Frequenzen entspricht.

In Fig. 3 ist schematisch der Sender einer ortsfesten Funkstation BTSm für ein SDMA-Mobilfunksystem dargestellt. Diese Funkstation BTSm enthält vergleichbar zu jener nach Fig. 1 eine Modulationsstufe MOD, eine diese steuernde Steuerschaltung CTR und N HF-Sendestufen mit einer nachgeschalteten Gruppenantenne. Weiterhin enthält diese Funkstation BTSm eine der Modulationsstufe MOD vorgeschaltete Zeitmultiplexstufe MUX, die zwei Nutzsignale  $S[t]$  und  $S'[t]$  der Modulationsstufe MOD zur Modulation und zur komplexen Wichtung zuführt. Die Modulationsstufe erzeugt nach dem bereits beschriebenen Prinzip für jeden der N Sendezweige 1 bis N ein I/Q-Signal. In diesem Beispiel wird für jede I/Q-Komponente ein Multiplexsignal erzeugt, das der Verschachtelung zweier Teilsignale  $f_1$  und  $f_1'$  entspricht, die die Modulationsstufe mittels der zwei Nutzsignale S und S' erzeugt. Eine in jedem Sendezweig vorhandene Kettenschaltung aus einem Demultiplexer DEMUX, zwei Digital-Analog-Umsetzern und einem Addierer bilden aus dem jeweiligen Multiplexsignal ein analoges Sendesignal, das der Summe der beiden analogen Teilsignale entspricht. Für z.B. den ersten Sendezweig 1 erzeugt die Schaltung nach Fig. 3 ein Sendesignal  $f_1 + f_1'$  mit der Inphasekomponente:

$$a_1 \cdot \cos[\phi + \phi_1] + a_1' \cdot \cos[\phi' + \phi_1]$$

und mit der Quadraturkomponente:

$$a_1 \cdot \sin[\phi + \phi_1] + a_1' \cdot \sin[\phi' + \phi_1].$$

Das erste Teilsignal, das mit dem Nutzsignal  $S[t]$  moduliert wird, ist mit der Amplitudengewichtung  $a_1$  und der Phasenverschiebung  $\phi_1$  komplex gewichtet. Das zweite Teilsignal, das mittels dem Nutzsignal  $S'[t]$  moduliert wird, ist entsprechend mit  $a_1'$  und  $\phi_1'$  komplex gewichtet.

Für jeden der Sendezweige 1 bis N gibt die Steuerschaltung CTR die komplexen Gewichte so vor, daß die HF-Sendestufen TX über die Gruppenantenne auf der Trägerfrequenz  $f_c$  N Sendesignale senden, die sich aus  $2 \cdot N$  komplex gewichteten Teilsignalen zusammensetzen. Diese  $2 \cdot N$  Teilsignale überlagern sich so, daß die Gruppenantenne 2 Funksignale S und S' in unterschiedliche Richtungen  $\Theta$  und  $\Theta'$  abstrahlt. Da hier die Funksignale TDMA-Signale sind, gibt die Steuerschaltung CTR

die komplexen Gewichte für jeden TDMA-Zeitschlitz neu vor. Die Abstrahlrichtungen  $\Theta$  und  $\Theta'$  der Funksignale werden durch Strahlenschwenkung auf die sich bewegenden Gegenstationen (hier die mobilen Funkstationen) ausgerichtet, indem die Steuerschaltung die komplexen Gewichte im Zeitabstand einer TDMA-Zeitrahmendauer aufgrund von Empfangssignalauswertungen neu berechnet.

Fig. 4 zeigt schematisch den Aufbau des Senders und des Empfängers der ortsfesten Funkstation BTSm, für den Einsatz in einem SDMA-Mobilfunksystem MRS. Die ortsfeste Funkstation BTSm steht mit zwei mobilen Funkstationen MS und MS' über Verkehrskanäle TCH in Funkverbindung. Dazu sendet die ortsfeste Funkstation BTSm auf einer Trägerfrequenz  $f_c = 935$  MHz ein Funksignal S in die Richtung der einen und ein Funksignal S' in die Richtung der anderen mobilen Funkstation. Die mobilen Funkstationen MS und MS' wiederum senden auf einer Trägerfrequenz  $f_c = 980$  MHz zur ortsfesten Funkstation BTSm jeweils ein Funksignal S oder S'. Weiterhin sendet die ortsfeste Funkstation über einen Organisationskanal BCCH ungerichtete Funksignale, die mobile Funkstationen vor einem Verbindungsaufbau abhören. In Fig. 4 ist eine mobile Funkstation MSO dargestellt, deren Empfänger diesen Organisationskanal BCCH überwacht. Hat die mobile Funkstation etwa eine zirkuläre Gruppenantenne, so wird dazu durch eine symmetrische komplexe Gewichtung vorgegeben, die ein Empfangsdiagramm mit Rundstrahlcharakteristik erzeugt.

Der Aufbau und die Arbeitsweise der ortsfesten Funkstation BTSm nach Fig. 4 wird im folgenden beschrieben:

Im Sendeteil werden Nutzsignale S, S' und Steuersignale über eine Zeitmultiplexstufe auf eine Modulationsstufe geführt, die nach dem beschriebenen Prinzip komplex gewichtete Sendesignale für die Sendezweige erzeugt, die N Antennenelemente A1 bis AN einer Gruppenantenne speisen. Jeder Sendezweig enthält dazu eine (nicht dargestellte) Demultiplexstufe mit nachgeschalteten D/A-Umsetzern und einem Addierer, eine HF-Sendestufe TX und einen Diplexer DIP.

Zum Empfang ist den Diplexern DIP ein Empfangsteil nachgeschaltet, das N HF-Empfangsstufen RX, eine Demodulationsstufe DEM und einen Demultiplexer enthält.

Das Empfangsteil arbeitet nach demselben Prinzip wie das Sendeteil, d.h. die komplexe Gewichtung zur Prägung des Antennendiagramms erfolgt nun in der Demodulationsstufe DEM. Dazu steuert eine Steuerschaltung CTR auch die Demodulationsstufe, indem sie die komplexen Gewichte  $(\phi_1, \dots, \phi_N)$ ,  $(a_1, \dots, a_N)$  zum "Entwichten" der Empfangssignale vorgibt. Die Berechnung der komplexen Gewichte führt die Steuerschaltung CTR anhand einer Auswertung der Empfangssignale wie folgt durch: Während die Demodulationsstufe DEM in den N Empfangszweigen die Trainingssequenz in jeweiligen Empfangssignal detektiert, vergleicht die Steuerschaltung CTR Amplitudenpegel und Phasenla-

gen der N Empfangssignale, um die komplexen Gewichte und damit die Empfangsrichtung zu bestimmen.

In Fig. 5 ist eine Vorrichtung CWS dargestellt, die winkelmulierte Signale  $f$  und  $f'$ , die jeweils in eine Inphasekomponente  $\cos[\varphi]$  bzw.  $\cos[\varphi']$  und in eine Quadraturkomponente  $\sin[\varphi]$  bzw.  $\sin[\varphi']$  aufgeteilt sind, komplex gewichtet. Die einfach aufgebaute Vorrichtung CWS ist in einem Sendezweig wie auch in einem Empfangszweig einsetzbar, indem man sie einem I/Q-Modulator nachschaltet bzw. einem I/Q-Demodulator vorschaltet. Die Vorrichtung eignet sich besonders dann, wenn Sendesignale oder Empfangssignale ohne Eingriff in die Modulation bzw. Demodulation in ZF-Lage gewichtet werden sollen.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Schaltung zur komplexen Gewichtung der Sendesignale in einem der Sendezweige einer SDMA-Funkstation. Die Schaltung enthält die Vorrichtung CWS, die die Quadraturkomponenten der zwei zu sendenden, winkelmulierten Signalen  $f$  und  $f'$  komplex gewichtet. Der Vorrichtung CWS sind zwei Addierer nachgeschaltet, von denen der eine die komplex gewichteten Inphasekomponenten und der andere die Quadraturkomponenten addiert. Dem Addierer ist eine HF-Sendestufe TX nachgeschaltet, die die superponierten Sendesignale in ein Antennenelement einer Gruppenantenne einspeist. Die Vorrichtung CWS enthält jeweils zur komplexen Gewichtung eines der Signale eine I/Q-Phasenverschiebungsstufe PS und eine I/Q Amplitudengewichtungsstufe AS. Im folgenden wird am Beispiel der komplexen Gewichtung des Signals  $f$  die Arbeitsweise der Vorrichtung CWS beschrieben: Die Quadraturkomponenten  $\cos[\varphi]$  und  $\sin[\varphi]$  werden um eine Phasenverschiebung  $\phi$  in der I/Q-Phasenverschiebungsstufe PS verändert. Dazu enthält diese Funktionsgeneratoren zur Bildung von harmonischen Funktionen  $\sin[\phi]$ ,  $\cos[\phi]$  und  $-\sin[\phi]$ , Mischer zur Multiplikation der Quadraturkomponenten mit den harmonischen Funktionen und Addierer zur Addition verschiedener Mischprodukte nach folgenden Additionstheoremen:

$$\cos[\varphi + \phi] = \cos[\varphi] \cdot \cos[\phi] + \sin[\varphi] \cdot (-\sin[\phi]) \quad 1)$$

$$\sin[\varphi + \phi] = \sin[\varphi] \cdot \cos[\phi] + \cos[\varphi] \cdot \sin[\phi] \quad 2)$$

Demnach erzeugt die I/Q-Phasenverschiebungsstufe PS die phasenverschobenen Quadraturkomponenten  $\cos[\varphi + \phi]$  und  $\sin[\varphi + \phi]$ . Diese werden anschließend in der Amplitudengewichtungsstufe AS mit dem Betrag  $a$  gewichtet und als Ausgangssignale der Vorrichtung CWS auf jeweils einen der Addierer geführt. Am Ausgang des einen Addierers liegt die Inphasekomponente  $I$  des Sendesignals, die der Summe der zwei komplex gewichteten Inphasekomponenten entspricht:

$$I = a \cdot \cos[\varphi + \phi] + a' \cdot \cos[\varphi' + \phi].$$

Am Ausgang des anderen Addierers liegt die Quadturkomponente Q des Sendesignals:

$$Q = a \cdot \sin[\varphi + \phi] + a' \cdot \sin[\varphi' + \phi].$$

Die in Fig. 5 gezeigte Vorrichtung CWS ist auch zur komplexen Gewichtung von winkelmodulierten Empfangssignalen geeignet, um diese für die Demodulation aufzubereiten. Unter Winkelmodulation werden hier alle Modulationsarten verstanden, bei denen der Signalinhalt durch eine Phasenlage, eine Phasendifferenz oder eine Phasenänderung, wie etwa PSK, GMSK bzw. FM, bestimmt wird. Mit der beschriebenen Schaltung nach Fig. 5 kann sehr einfach eine SDMA-Funkstation aufgebaut werden. Dies wird am Beispiel des Sendeteils einer ortsfesten Funkstation BTSx nach Fig. 6 beschrieben: Die ortsfeste Funkstation BTSx enthält zwei I/Q-Modulatoren IQM, die jeweils aus einem Nutzsignal S bzw. S' ein GMSK-moduliertes Signal f bzw. f' erzeugen. Weiterhin enthält die ortsfeste Funkstation BTSx N Sendezweige mit jeweils einer Vorrichtung CWS, die die Signale f und f' komplex gewichtet, und mit jeweils einer HF-Sendestufe TX, die ein Antennenelement einer Gruppenantenne speist.

Die Vorrichtungen CWS erzeugen nach dem bereits beschriebenen Prinzip aus den modulierten Signalen f und f' die komplex gewichteten Sendesignale für die N Sendezweige. Dazu steuert eine Steuerschaltung CTR die Vorrichtungen CWS, indem sie für jeden Sendezweig zwei komplexe Gewichte, d.h. die Amplitudengewichtungen  $a_j$  und  $a'_j$  sowie die Phasenverschiebungen  $\phi_j$  und  $\phi'_j$  zur Gewichtung der zwei modulierten Signale f und f' vorgibt. Die gezeigte ortsfeste Funkstation BTSx sendet zwei entsprechend modulierte Funksignale S und S' auf einer Trägerfrequenz  $f_c$  in unterschiedliche und durch die komplexen Gewichte festgelegten Richtungen  $\Theta$  und  $\Theta'$ . Um einen kohärenten Betrieb der HF-Sendestufen TX sicherzustellen, enthält die Funkstation BTSx einen Frequenzgenerator GEN der die Trägerfrequenz  $f_c$  erzeugt, und HF-Leitungen, über die das Trägersignal den HF-Sendestufen TX zugeführt wird. Die Leitungslängen sind so aufeinander abgestimmt, daß das Trägersignal an den Eingängen der HF-Sendestufen in derselben Phasenlage eintrifft. Die Abstimmung der Leitungslängen kann auch elektronisch, etwa durch Einsatz von Phasenschiebern durchgeführt werden.

Die Erfindung wurde anhand von besonders vorteilhaften Ausführungsbeispielen für ortsfeste Funkstationen beschrieben. Die Anwendung der Erfindung bei mobilen Funkstationen, wie etwa Mobilstationen für Kraftfahrzeuge oder Handfunktelefone, ist ohne Einschränkung möglich. Weiterhin ist die Erfindung in digitalen wie auch in analogen Mobilfunksystemen anwendbar. Diese können öffentlichen Netzen zugeordnet sein, wie etwa GSM oder DECT (Digital European Cordless Telephone), oder können nicht-öffentlichen Netzen zugeordnet sein, wie etwa TETRA (Trans-European Trunked Radio).

## Patentansprüche

1. Funkstation (BTS, BTSm, MS) für ein SDMA-Mobilfunksystem, die zur Erzeugung von N komplex gewichteten Sendesignalen N Sendezweige (1, 2, ..., N; N ist eine natürliche Zahl) mit N HF-Sendestufen (TX) enthält, die N Antennenelemente (A1, ..., AN) einer Antennenanordnung (Antennen-Array) mit den N komplex gewichteten Sendesignalen speisen, damit die Funkstation mindestens ein Funksignal (S) gerichtet abstrahlt, gekennzeichnet durch eine Modulationsstufe (MOD), in der in Basisband- oder ZF-Lage die Modulation und zumindest ein Teil der komplexen Gewichtung der Sendesignale erfolgt.
2. Funkstation (BTS, BTSm; MS) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkstation eine Steuerschaltung (CTR) enthält, die mit der Modulationsstufe (MOD) verbunden ist und die diese zur komplexen Gewichtung der N Sendesignale ( $f_1$ , ...,  $f_N$ ) steuert, indem sie für ein modulierendes Signal ( $\varphi[S]$ ), das die Modulationsstufe (MOD) den N Sendesignalen aufprägt, N Phasenverschiebungen ( $\phi_1$ , ...,  $\phi_N$ ) und/oder N Amplitudengewichtungen ( $a_1$ , ...,  $a_N$ ) vorgibt.
3. Funkstation (BTS) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das modulierende Signal den Verlauf eines Phasenwinkels ( $\varphi[S]$ ) angibt, daß die Modulationsstufe (MOD) das modulierende Signal auf die N Sendezweige (1, 2, ..., N) verzweigt und daß die Steuerschaltung (CTR) für jeden der Sendezweige innerhalb der Modulationsstufe (MOD) eine Änderung des Phasenwinkels ( $\varphi[S]$ ) um eine der N vorgegebenen Phasenverschiebungen ( $\phi_1$ , ...,  $\phi_N$ ) steuert, damit die Funkstation (BTS) ein winkelmoduliertes Funksignal (S) in eine Richtung ( $\Theta$ ) abstrahlt.
4. Funkstation (BTS) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das modulierende Signal den Verlauf einer Amplitude angibt, daß die Modulationsstufe das modulierende Signal auf die N Sendezweige verzweigt und daß die Steuerschaltung für jeden der Sendezweige innerhalb der Modulationsstufe eine Gewichtung der Amplitude mit einer der N vorgegebenen Amplitudengewichtungen steuert, damit die Funkstation ein amplitudenmoduliertes Funksignal in eine Richtung abstrahlt.
5. Funkstation (BTS) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulationsstufe (MOD) einen digitalen Signalprozessor (DSP) enthält, der mit der Steuerschaltung (CTR) verbunden ist und der für jeden der N Sendezweige (1, ..., N) zu dem Phasenwinkel ( $\varphi[S]$ ) eine der N Phasenverschiebung ( $\phi_1$ , ...,  $\phi_N$ ) binär addiert bzw. der die

Amplitude durch Bitschieben mit einer der N Amplitudengewichtungen gewichtet.

6. Funkstation (BTS) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulationsstufe (MOD) das modulierende Signal ( $\phi[S]$ ) von einem TDMA-Nutzsignal ( $S[t]$ ) ableitet, das K Zeitschlitz (T1, T2, ...) hat, und daß die Steuerschaltung (CTR) für jeden der Zeitschlitz (T1, T2, ...) die N Phasenverschiebungen ( $\phi_1, \dots, \phi_N$ ) und/oder die N Amplitudengewichtungen ( $a_1, \dots, a_N$ ) so vorgibt, daß die Funkstation ein TDMA-Funksignal (S) in eine von Zeitschlitz zu Zeitschlitz veränderbare Richtung ( $\Theta$ ) abstrahlt.
7. Funkstation (BTSm, MS) für ein SDMA-Mobilfunksystem, die zur Auswertung von N komplex gewichteten Empfangssignalen N Empfangszweige mit N HF-Empfangsstufen (RX) enthält, die von N Antennenelementen (A1, ..., AN) einer Antennenanordnung (Antennen-Array) mit den N komplex gewichteten Empfangssignalen gespeist werden, falls die Funkstation mindestens ein Funksignal (S) empfängt, gekennzeichnet durch eine Demodulationsstufe (DEM), in der in Basisband- oder ZF-Lage die Demodulation und zumindest ein Teil der komplexen Gewichtung der Empfangssignale erfolgt.
8. Funkstation (BTSm; MS) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkstation eine Steuerschaltung (CTR) enthält, die mit der Demodulationsstufe (DEM) verbunden ist und die diese zur Auswertung der N komplex gewichteten Empfangssignale steuert, indem sie für die von der Demodulationsstufe (DEM) zu demodulierenden N Empfangssignale N Phasenverschiebungen ( $\phi_1, \dots, \phi_N$ ) und/oder N Amplitudengewichtungen ( $a_1, \dots, a_N$ ) vorgibt.
9. Funkstation (BTSm) nach Anspruch 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (CTR) zum Aufbau einer gerichteten Funkverbindung mit einer anderen Funkstation (MSO) die komplexe Gewichtung so steuert, daß die Antennenanordnung mit einer Rundstrahlcharakteristik sendet bzw. empfängt.
10. Funkstation (BTSm) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Funkstation mindestens zwei modulierte Funksignale (S, S') zeitgleich auf einer Trägerfrequenz ( $f_c$ ) in unterschiedliche Richtungen ( $\Theta, \Theta'$ ) abstrahlt, daß die ortsfeste Funkstation (BTSm) eine Zeitmultiplexstufe (MUX) enthält, die der Modulationsstufe (MOD) vorgeschaltet ist und die dieser zur Modulation mindestens zwei digitale Nutzsignale ( $S[t]$ ,  $S'[t]$ ) oder daraus abgeleitete modulierende Signale ( $\phi$ ,

$\phi'$ ) zuführt, und daß die ortsfeste Funkstation (BTSm) N Demultiplexstufen (DEMUX) und N Addierer enthält, die der Modulationsstufe (MOD) nachgeschaltet sind, so daß für die N Sendezweige (1, ..., N) N Sendesignale erzeugt werden, die jeweils einem Summensignal entsprechen, das mindestens zwei komplex gewichtete Teilsignale ( $f_1 + f_1'$ ) enthält.

11. Funkstation (BTSx, MS) für ein SDMA-Mobilfunksystem, die mindestens einen I/Q-Modulator (IQM) zur Erzeugung eines winkelmodulierten Sendesignales ( $f[\phi]$ ) enthält, die N Sendezweige (1, 2, ..., N) mit N HF-Sendestufen (TX) zur Einspeisung des Sendesignals in N Antennenelemente einer Antennenanordnung enthält, gekennzeichnet durch die N Vorrichtungen (CWS), die zur komplexen Gewichtung der Quadraturkomponenten ( $\cos[\phi]$ ,  $\sin[\phi]$ ) des Sendesignals zwischen den I/Q-Modulator (IQM) und die HF-Sendestufen (TX) geschaltet sind, und die harmonische Funktionsgeneratoren ( $\cos$ ,  $\sin$ ), Multiplizierer und Addierer enthalten, mittels denen jeweils eine der N Vorrichtungen einen Phasenwinkel ( $\phi$ ), der das Argument der Quadraturkomponenten ( $\cos[\phi]$ ,  $\sin[\phi]$ ) ist, für einen der N Sendezweige (1) nach den Additionstheoremen trigonometrischer Funktionen um eine Phasenverschiebung ( $\phi_1$ ) ändert.
12. Funkstation für ein SDMA-Mobilfunksystem, die mindestens einen I/Q-Demodulator zur Auswertung eines winkelmodulierten Empfangssignales enthält, die N Empfangszweige mit N HF-Empfangsstufen zum Empfang des Empfangssignals über N Antennenelemente einer Antennenanordnung enthält, gekennzeichnet durch N Vorrichtungen, die zur komplexen Gewichtung der Quadraturkomponenten des Empfangssignals zwischen den I/Q-Demodulator und die HF-Empfangsstufen geschaltet sind, und die harmonische Funktionsgeneratoren, Multiplizierer und Addierer enthalten, mittels denen jeweils für einen der N Empfangszweige eine der N Vorrichtungen einen Phasenwinkel, der das Argument der Quadraturkomponenten ist, für einen der N Empfangszweige nach den Additionstheoremen trigonometrischer Funktionen um eine Phasenverschiebung ändert.

13. Funkstation (BTS) nach einem der Ansprüche 1, 7, 11, oder 12, gekennzeichnet durch einen Trägerfrequenzgenerator (GEN), der mit den N HF-Sendestufen (TX) bzw. den N HF-Empfangsstufen (RX) über ein solches Verteilnetz verbunden ist, das unterschiedliche Signallaufzeiten für eine takt synchrone und phasengleiche Trägerfrequenzversorgung ausgleicht.

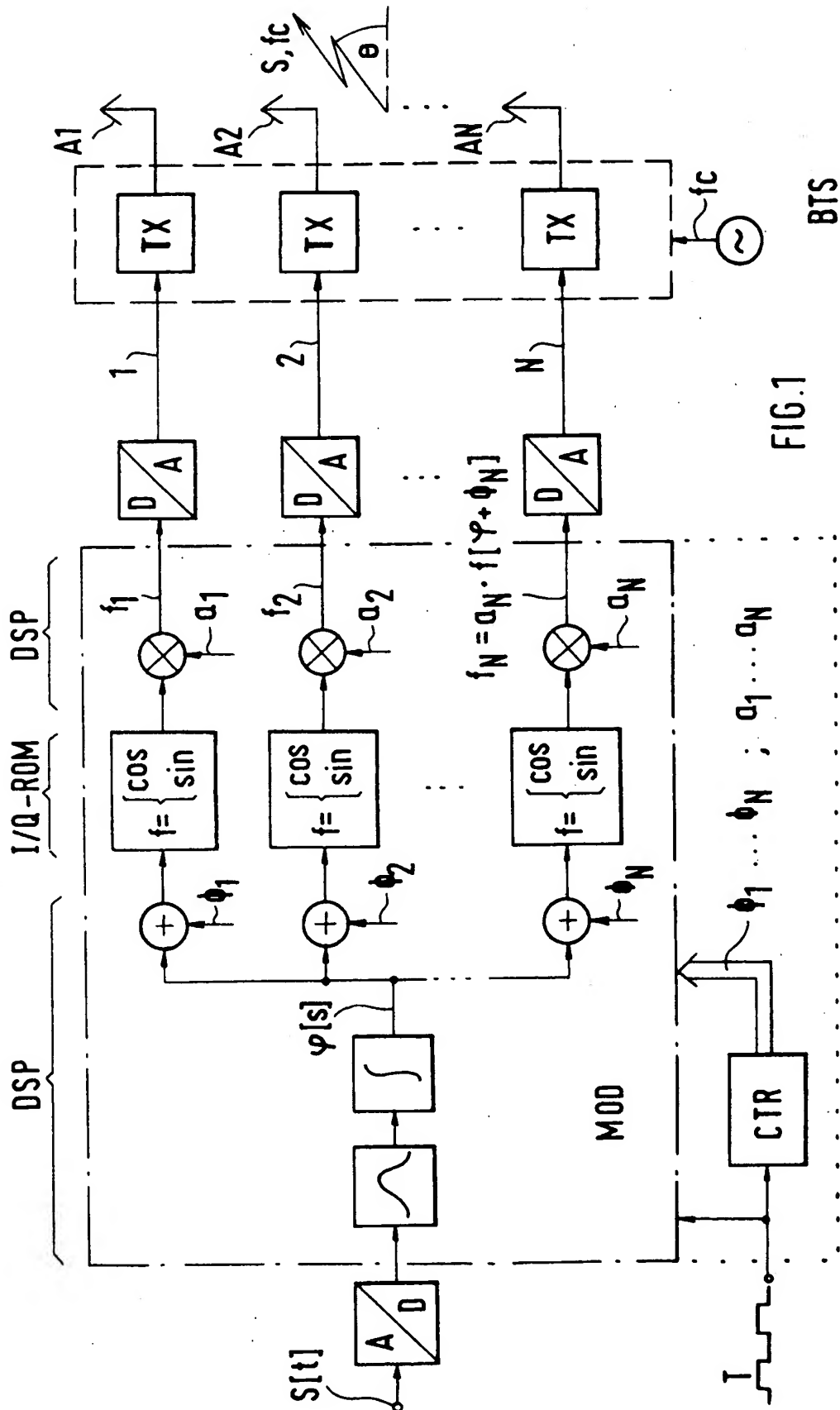


FIG. 1

BTS



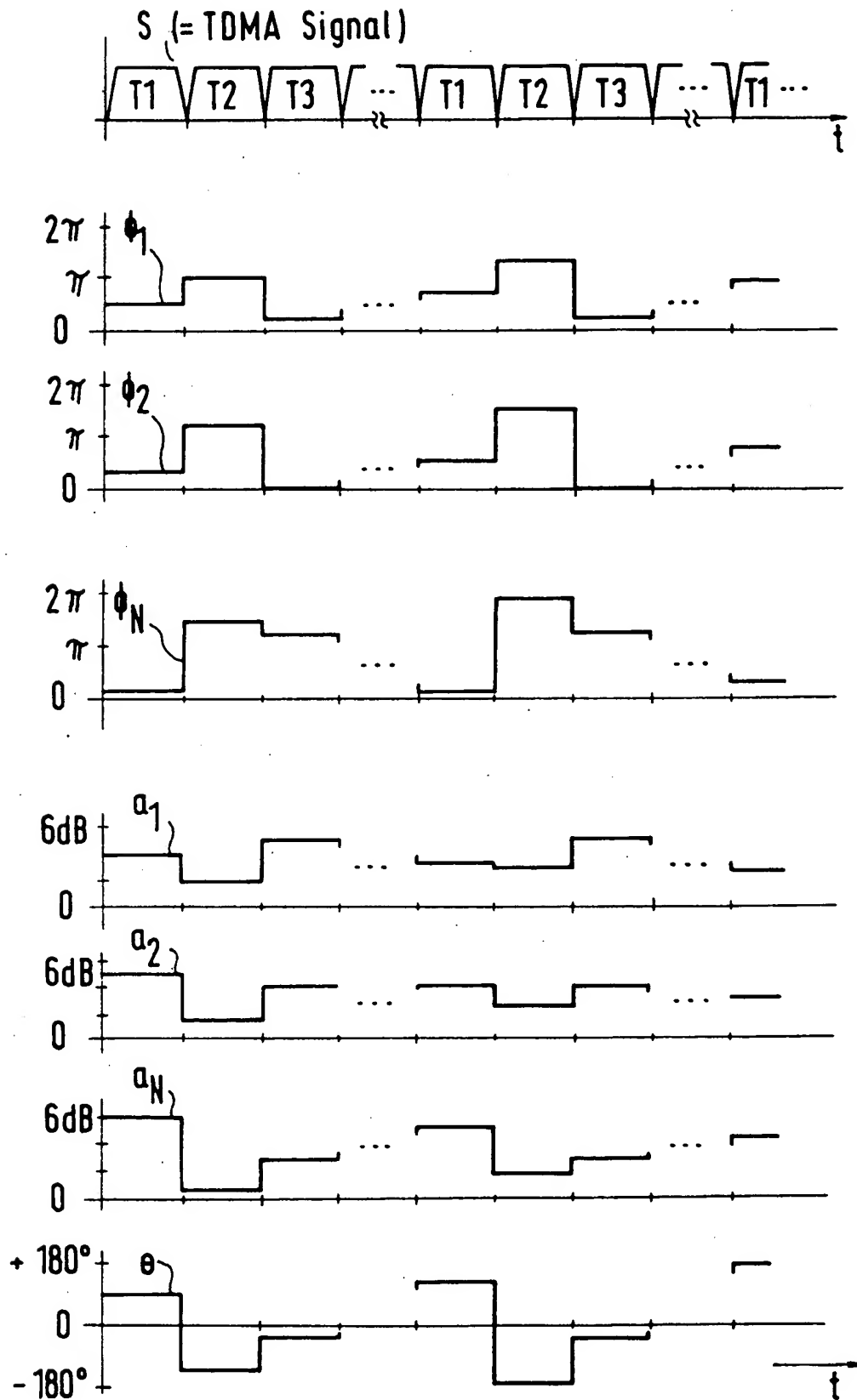


FIG. 2



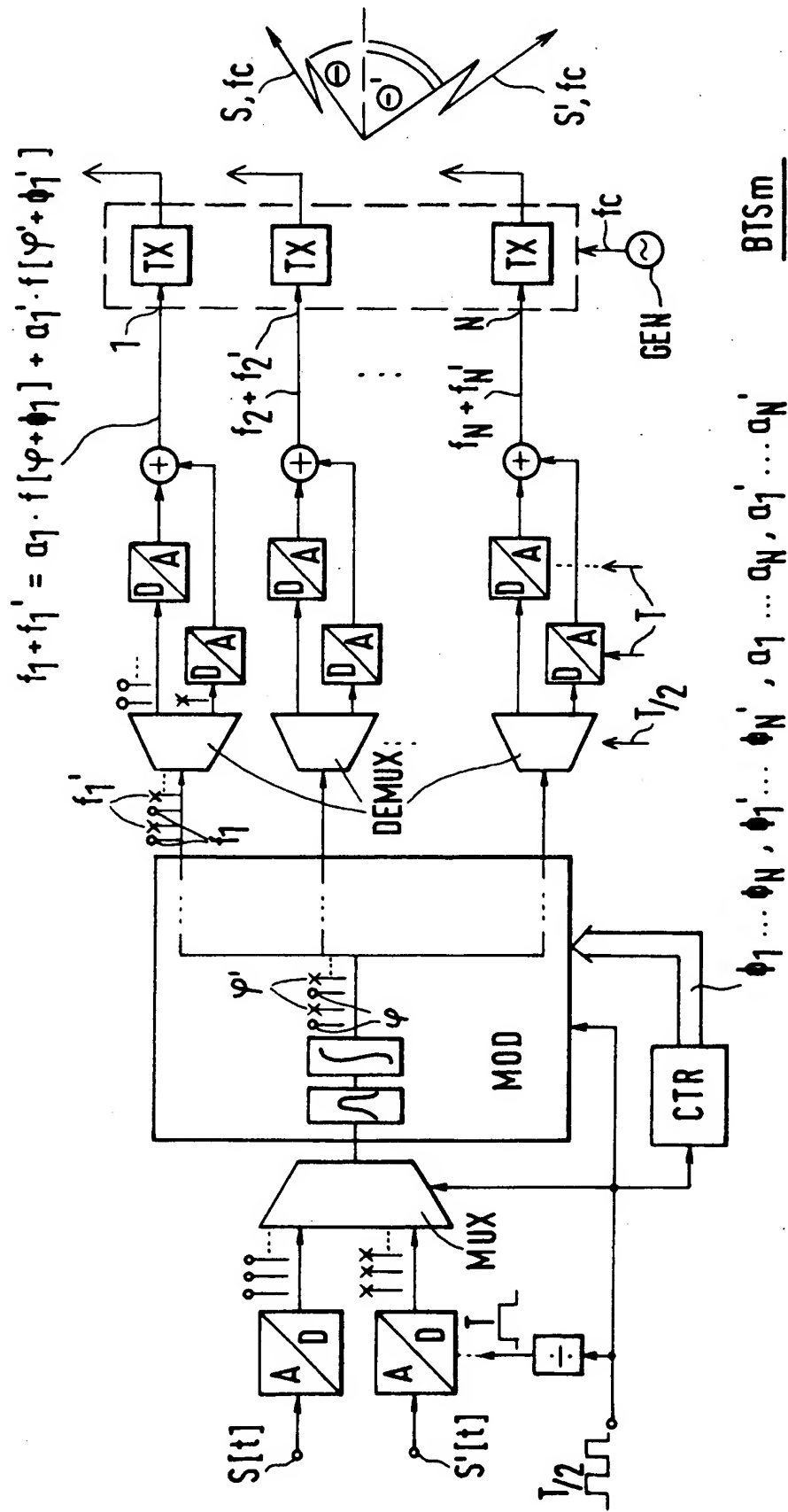


FIG. 3

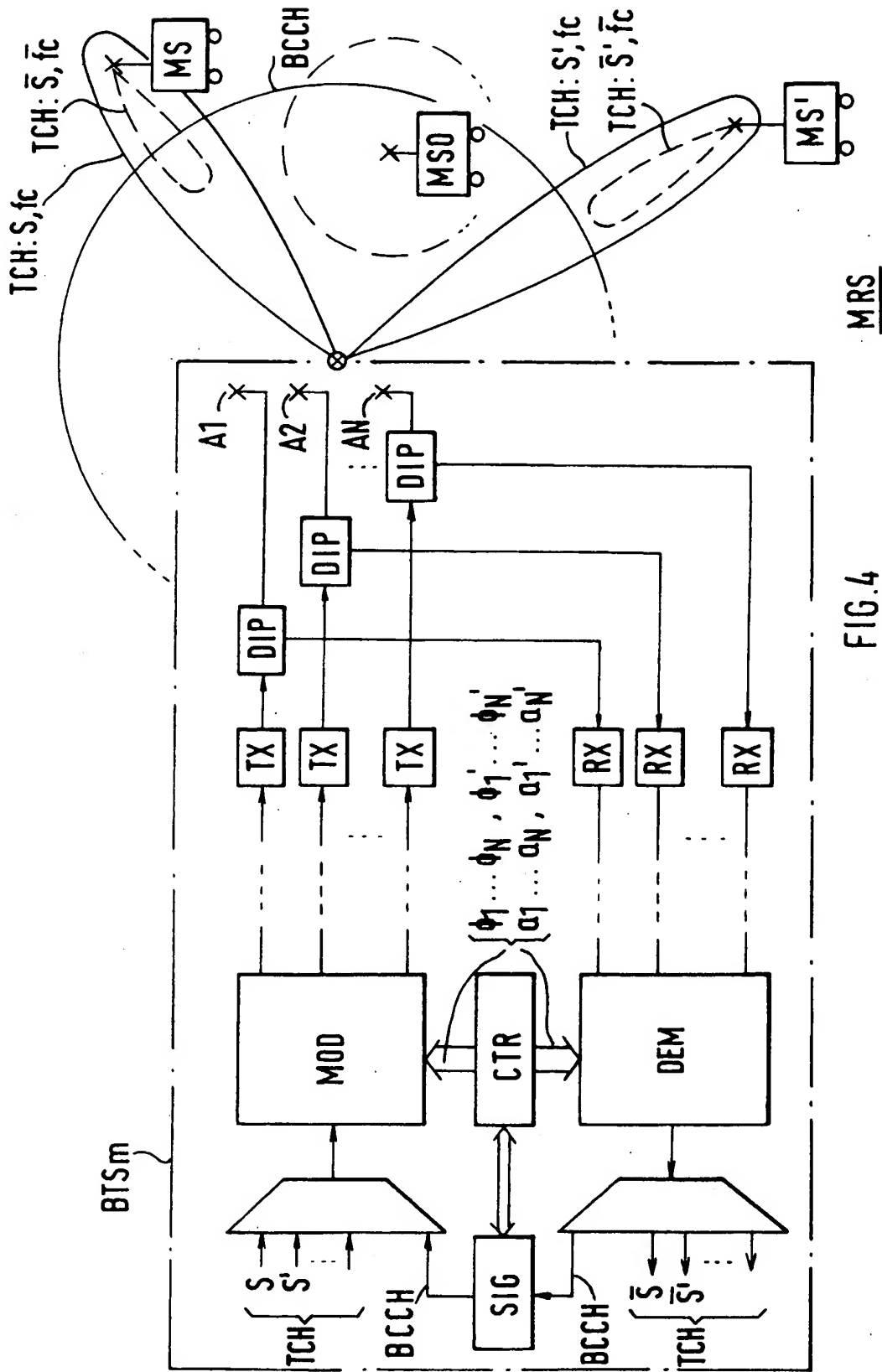


FIG. 4

MRS

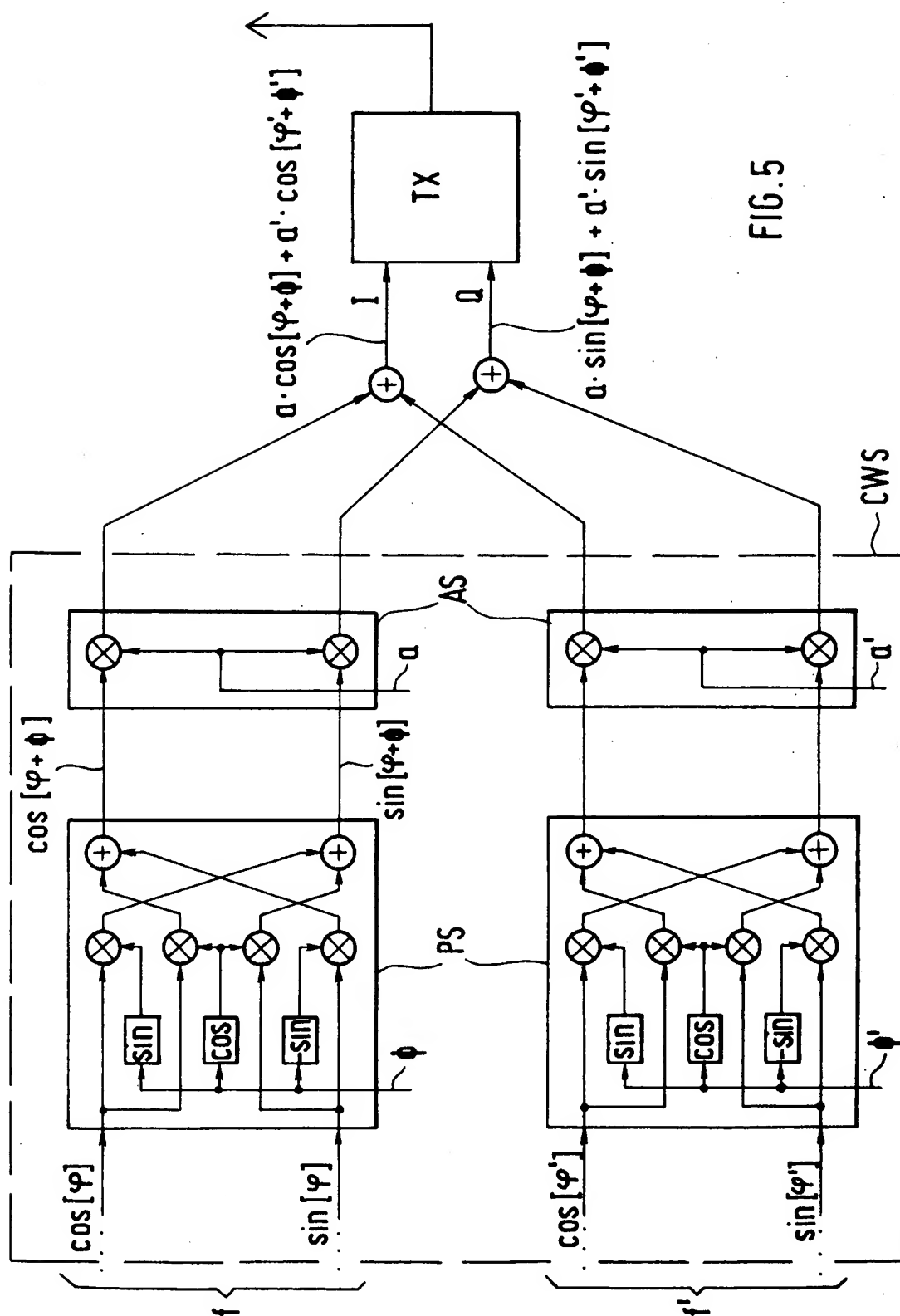
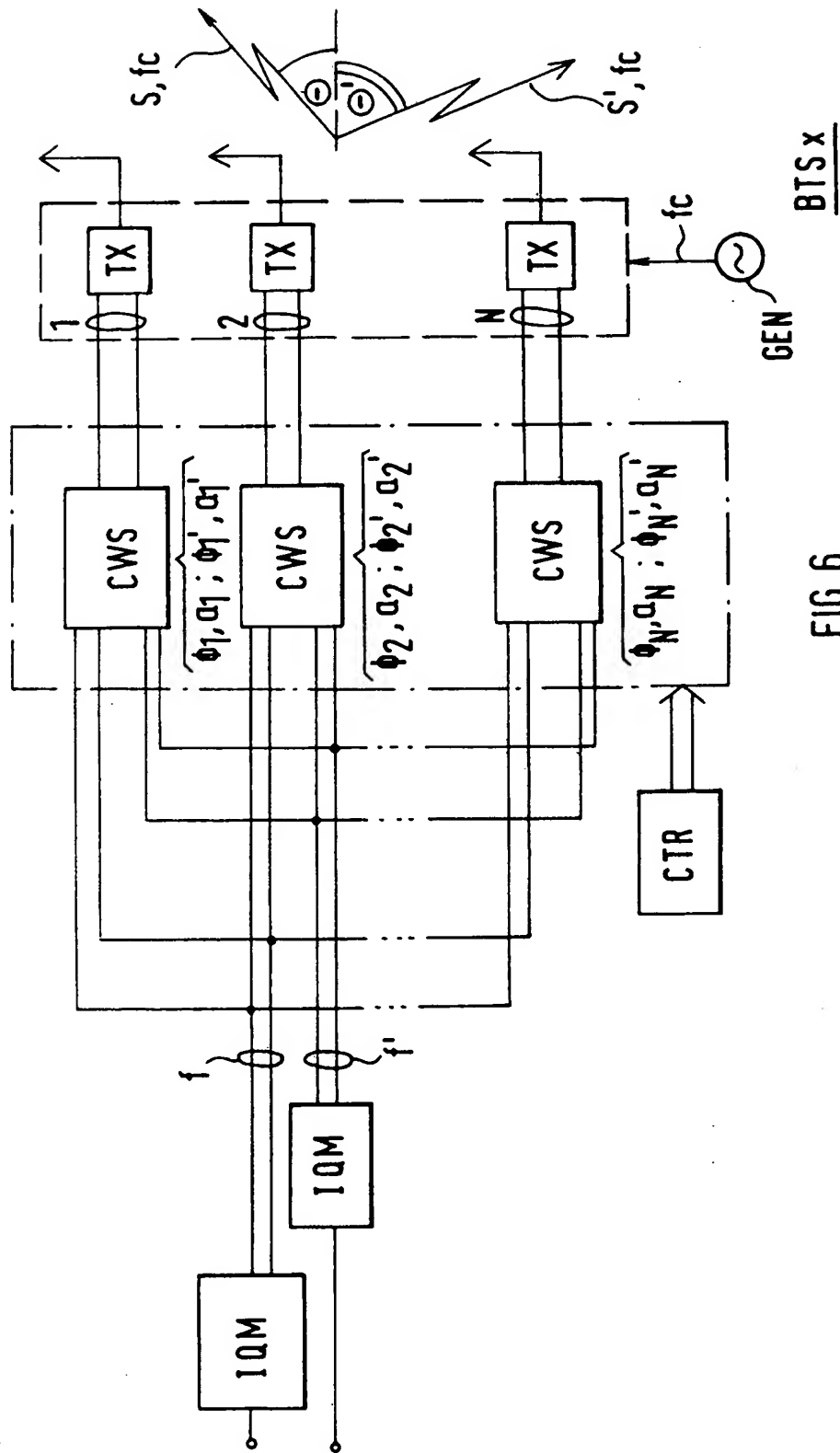


FIG. 5





(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:  
10.05.2000 Patentblatt 2000/19

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H04B 7/04

(43) Veröffentlichungstag A2:  
07.02.1996 Patentblatt 1996/06

(21) Anmeldenummer: 95112064.1

(22) Anmeldetag: 01.08.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 05.08.1994 DE 4427755

(71) Anmelder:  
• Alcatel SEL Aktiengesellschaft  
D-70435 Stuttgart (DE)  
Benannte Vertragsstaaten:  
DE  
• ALCATEL N.V.  
2288 BH Rijswijk (NL)  
Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH ES FR GB IT LI NL SE AT

(72) Erfinder:  
• Tangemann, Michael  
D-71229 Leonberg (DE)  
• Rheinschmitt, Rupert  
D-71254 Ditzingen (DE)  
• Wels, Bernd X., Dr.  
D-70825 Korntal (DE)

(74) Vertreter:  
Knecht, Ulrich Karl, Dipl.-Ing. et al  
Alcatel  
Intellectual Property Department, Stuttgart  
Postfach 30 09 29  
70449 Stuttgart (DE)

(54) **Ortsfeste oder mobile Funkstation für ein SDMA-Mobilfunksystem**

(57) Zur komplexen Gewichtung von Sende- oder Empfangssignalen in einer Funkstation eines SDMA-Mobilfunksystems (Space Division Multiple Access) sind aufwendige Vorrichtungen bekannt, die in ZF-Lage die Sende- oder Empfangssignale durch Amplitudengewichtungen und Phasenverschiebungen ändern.

Es wird für eine SDMA-Funkübertragung eine einfache Funkstation (BTS) vorgeschlagen, die im Sendeteil eine Modulationsstufe (MOD) und eine damit verbundene Steuerschaltung (CTR) enthält, die durch

Vorgabe von komplexen Gewichten ( $\phi_1, \dots, \phi_N; a_1, \dots, a_N$ ) auf die Modulation so einwirkt, das die Modulationsstufe N modulierte und komplex gewichtete Sendesignale erzeugt. Diese strahlt die Funkstation (BTS) über eine N-elementige Gruppenantenne ab, wodurch sich die Sendesignale zu einem gerichtet abgestrahlten Funksignal (S) überlagern.

Für die Empfangsrichtung wird ein nach gleichem Prinzip arbeitendes Empfangsteil vorgeschlagen.

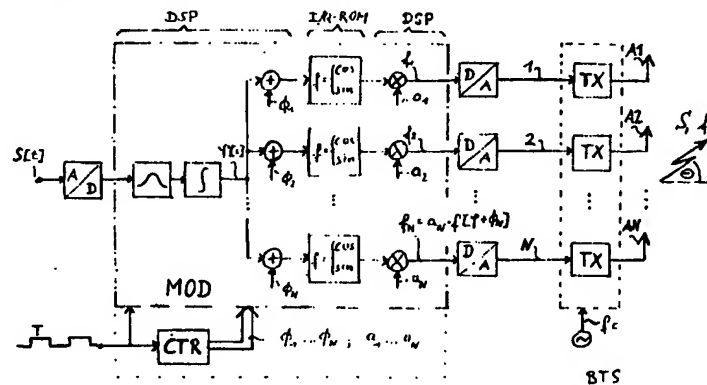


Fig. 1



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 11 2064

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 289 499 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 22. Februar 1994 (1994-02-22) * Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 17 * * Spalte 5, Zeile 38 - Spalte 10, Zeile 7 * * Ansprüche 1,2,11,16 * * Abbildungen 1-5 *	1-6,9, 11,13	H04B7/04
Y	---	7,8,12	
Y	EP 0 430 481 A (MOTOROLA INC) 5. Juni 1991 (1991-06-05) * Spalte 6, Zeile 34 - Spalte 7, Zeile 53 * * Abbildung 2 *	7,8,12	
A	WO 93 12590 A (ARRAYCOMM INC) 24. Juni 1993 (1993-06-24) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H04B
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>22. März 2000</b>	Prüfer <b>Yang, Y</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 95 11 2064

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5289499 A	22-02-1994	CA 2109789 A,C	30-06-1994
		EP 0605119 A	06-07-1994
		JP 2780918 B	30-07-1998
		JP 6303214 A	28-10-1994
		US 5394435 A	28-02-1995
EP 0430481 A	05-06-1991	US 5031193 A	09-07-1991
		AU 638785 B	08-07-1993
		AU 6887891 A	13-06-1991
		CA 2065739 A,C	14-05-1991
		CN 1052014 A,B	05-06-1991
		CS 9005608 A	15-04-1992
		HR 921479 A	31-08-1995
		JP 2715662 B	18-02-1998
		JP 5501789 T	02-04-1993
		KR 9512827 B	21-10-1995
		MX 167843 B	15-04-1993
		PL 167072 B	31-07-1995
		PT 95871 A,B	30-10-1992
		SI 9012143 A	28-02-1998
		WO 9107829 A	30-05-1991
WO 9312590 A	24-06-1993	US 5515378 A	07-05-1996
		AT 183865 T	15-09-1999
		AU 670766 B	01-08-1996
		AU 3145493 A	19-07-1993
		CA 2125571 A	24-06-1993
		DE 69229876 D	30-09-1999
		DE 69229876 T	30-12-1999
		EP 0616742 A	28-09-1994
		EP 0926916 A	30-06-1999
		FI 942771 A	10-06-1994
		JP 7505017 T	01-06-1995
		WO 9818272 A	30-04-1998
		US 5546090 A	13-08-1996
		US 5625880 A	29-04-1997
		US 5592490 A	07-01-1997
		US 5642353 A	24-06-1997
		US 5828658 A	27-10-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82